

Universidade de Lisboa

Faculdade de Medicina Dentária



**A APLICAÇÃO DA TÉCNICA
ETHANOL-WET BONDING
NA ADESÃO DENTÁRIA
- Uma Revisão da Literatura -**

Vanessa Cláudia Neves

Dissertação

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

2015

Universidade de Lisboa

Faculdade de Medicina Dentária



A APLICAÇÃO DA TÉCNICA ETHANOL-WET BONDING NA ADESÃO DENTÁRIA

- Uma Revisão da Literatura -

Vanessa Cláudia Neves

Dissertação orientada pela Dra Ana Pequeno e coorientada pelo
Prof. Doutor Alexandre Cavalheiro

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

2015

“Existem dois objetivos na vida: o primeiro, o de obter o que desejamos, o segundo, o de desfrutá-lo. Apenas os homens mais sábios realizam o segundo”.

L. Smith

ÍNDICE GERAL

Abreviaturas	vi
Agradecimentos	vii
Resumo	viii
Abstract	ix
Introdução.....	1
Adesão à dentina.....	1
Sistemas adesivos contemporâneos	2
Limitações dos sistemas atuais.....	3
Técnicas na adesão dentária	4
<i>Dry bonding technique</i> (DBT)	4
<i>Water-wet bonding technique</i> (WWBT)	5
Novas estratégias na adesão dentária	6
Objetivos	7
Materiais e Métodos	8
Desenvolvimento.....	9
<i>Ethanol-wet bonding</i>	10
Protocolos da EWBT.....	12
Resultados da EWBT	13
Desvantagens da EWBT	18
Perspetivas futuras	18
Conclusão	20
Referências Bibliográficas	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema da micropermeabilidade dentinária	11
Figura 2. Imagens de SEM de interfaces da dentina desmineralizada	13
Figura 3. Imagens de SEM da interface da dentina radicular	14

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Estratégias de adesão de acordo com interação com a *smear layer*3

Tabela 2. Exemplo de protocolo de aplicação da EWBT11

Abreviaturas

Bis-GMA – *Bisphenol A glycidyl methacrylate* (Bisfenol A glicidil metacrilato)

DBT – *Dry bonding technique* (técnica de adesão com secagem)

E&R – *Etch-and-rinse*

EDTA – *Ethylenediamine tetraacetic acid* (ácido etilenodiamino tetra-acético)

EWBT – *Ethanol-wet bonding technique* (técnica de adesão com etanol)

HEMA – *2-hydroxyethyl methacrylate* (hidroxietilmetacrilato)

MMPs – *Matrix metalloproteinases* (metaloproteinases da matriz)

SE – *Self-etch*

SEM – *Scanning Electronic Microscopy* (microscopia electrónica de varrimento)

TEGDMA – *Triethylene glycol dimethacrylate* (trietilenoglicol dimetacrilato)

UDMA – *Urethane-dimethacrylate* (uretano dimetacrilato)

WWBT – *Water-wet bonding technique* (técnica de adesão com água)

4META – *4-methacryloxyethyl trimellitate anhydride* (4-metacriloxietil trimelitato anidrido)

Agradecimentos

Gostaria de agradecer, em primeiro lugar, à Dra Ana Pequeno, pela orientação, disponibilidade, apoio e paciência que teve comigo.

Apesar de vir em segundo, foi, é e será sempre o meu pilar em tudo na minha vida e a pessoa mais importante... Estarei eternamente grata por todo o apoio e amor incondicional que sempre demonstraste, Mãe. Tudo o que sou e tudo o que tenho feito até agora, devo-o a ti. Amo-te, now and forever.

À minha segunda inspiração, o meu avô materno, quero agradecer o facto de me ter incentivado sempre a seguir os meus sonhos e nunca desistir do que mais desejo, de me ter apoiado no meu percurso e de acreditar em mim. Partiste cedo demais, vovô, mas estás comigo em todos os momentos. Espero deixar-te orgulhoso...

Ao meu pai, agradeço todo o apoio e por ter acreditado no meu caminho. Um agradecimento especial aos meus restantes familiares que partilharam esse apoio.

Um enorme obrigada à minha querida dupla e grande amiga, Vanessa Antunes. Partilhámos 4 anos das nossas vidas neste percurso, foste o meu braço esquerdo e direito, memória portátil, voz da consciência, motivação e companhia ao longo desse tempo. Não teria sido o mesmo sem ti. Que este seja o fim de um capítulo que dará início a outro para escrevermos mais histórias em conjunto.

À Sara Domingos, pela amizade, por todos os momentos que passámos e os que ainda estão por vir. Aos meus restantes amigos de curso, Ivo Cavalheiro, Sara Mendes, Catarina Gonçalves, Pedro Pimenta, Hassan Cherif, Gilberto Maia, Filipa Almeida, Marta Ramos, Francisco Palha, Diogo Almeida, Bárbara Menezes, Gémeas e restantes colegas, obrigada por todo o companheirismo.

Um obrigada muito especial às incansáveis assistentes da clínica 1, Catarina, Cristina, Isabel e Margarida, a todos os docentes e a todos os pacientes que passaram pela box da dupla 3, por toda a paciência e simpatia.

Às minhas amigas e amigo do meu primeiro curso, Beatriz, Ana, Mafalda, Joana, Carolina, Susana, Raquel, Sofia, Sónia e David. Cada um seguiu o seu caminho, mas isso apenas serviu para nos unir mais. Adoro-vos.

Por último, quero agradecer do fundo do coração aos meus amigos Catarina, Ana, Bruno, Cátia, Pedro, Diana, Ricardo, Magali, Aninhas, Isabel, David, César, Diana, Luís e Ana.

Resumo

A questão primordial que se levanta atualmente com os sistemas adesivos contemporâneos refere-se à elevada hidrofília dos mesmos, que conduz à degradação hidrolítica e consequente diminuição da durabilidade da adesão dentária.

De maneira a colmatar estes problemas, foram surgindo adesivos contendo tanto monómeros hidrofílicos como hidrofóbicos. Contudo, mesmo com a evolução das técnicas de adesão dentária, de *dry bonding* para *wet bonding*, e dos sistemas adesivos, a durabilidade da adesão, nomeadamente à dentina, continuava a não ser a esperada.

A técnica *ethanol-wet bonding* foi desenvolvida numa tentativa de superar estes inconvenientes. Sendo o etanol compatível com monómeros hidrofóbicos, originalmente pensou-se em utilizá-lo após o condicionamento ácido e previamente ao sistema adesivo para desidratar a superfície dentária desmineralizada, substituindo a água residual e permitindo a infiltração dos monómeros.

Dos dois métodos existentes nesta técnica, a aplicação de etanol em concentrações progressivamente maiores é o método que apresenta melhores resultados e mais consistentes. O método simplificado, de aplicação do álcool 100% durante 1 minuto, revela resultados mais variáveis, tendo os mais recentes estudos constatado que não traz nenhuma vantagem em relação à técnica convencional *wet bonding*.

Pelo facto do método progressivo implicar passos adicionais e um tempo demasiado prolongado para a aplicação clínica do mesmo, apenas o método simplificado seria uma opção. Contudo, face aos resultados de vários estudos, torna-se improvável a sua transferência para a prática clínica.

Mais estudos serão necessários para determinar a sua aplicabilidade, bem como a investigação noutras estratégias possíveis de implementar clinicamente.

Palavras-chave: *wet bonding*, *ethanol-wet bonding*, etanol, adesão.

Abstract

The primary issue that is currently raised with contemporary adhesive systems is related to their high hydrophilicity, which leads to hydrolytic degradation and consequent reduction in the durability of dental adhesion.

In order to correct these issues, adhesives containing both hydrophilic and hydrophobic monomers have emerged. However, even with the development of dental adhesion techniques, from dry bonding to wet bonding, and adhesive systems, the adhesion durability, specially to dentin, was still not as expected.

The ethanol-wet bonding technique has been developed in an attempt to overcome these drawbacks. As ethanol is compatible with hydrophobic monomers, it was originally thought to use it after acid etching and prior to the adhesive system in order to dehydrate the etched surface, replacing residual water and allowing monomer infiltration.

Of the two existing methods in this technique, the progressive one in which ethanol is applied in ascending concentrations provides the best and most consistent results. The simplified method of ethanol application in the concentration of 100% and for 1 minute reveals more variable results, having the most recent studies found that it brings no advantage over the conventional wet bonding technique.

Due to the fact that the progressive method involves additional steps and too much time for clinical use, only the simplified method would be an option. However, given the results of several studies, it is unlikely to be transferred to clinical practice.

More studies are required to determine its applicability, as well as research on other strategies which can be possible to clinically exploit.

Keywords: wet bonding, ethanol-wet bonding, ethanol, adhesion.

Introdução

Nas últimas duas décadas tem-se assistido a uma popularidade crescente das restaurações estéticas, bem como grandes avanços no ramo da adesão dentária (Liu *et al.*, 2011; Khoroushi *et al.*, 2014).

O objetivo da utilização de restaurações pela técnica adesiva é atingir uma adaptação perfeita e uma boa selagem entre o material restaurador e o substrato dentário (Perdigão *et al.*, 2013). Este ideal é muitas vezes difícil de concretizar, pois a dentina contém uma quantidade significativa de água e matéria orgânica (Perdigão *et al.*, 2013), de maneira que a adesão à dentina é menos duradoura comparativamente à adesão ao esmalte (Hosaka *et al.*, 2009; Liu *et al.*, 2011; Khoroushi *et al.*, 2014). O esmalte é composto por mais de 90% em peso de hidroxiapatite, sendo que a adesão a este é confiável quando é feito o ataque ácido com ácido ortofosfórico (Perdigão *et al.*, 2013).

O progresso da adesão à dentina é uma área de especial interesse, dado o seu efeito considerável no resultado clínico deste tipo de restaurações (Huang *et al.*, 2011).

Adesão à dentina

A durabilidade da adesão é essencial para promover a longevidade de restaurações estéticas (Ekambaram *et al.*, 2014). No entanto, ao contrário do esmalte, a dentina é um tecido mineralizado hidratado que consiste em 50 vol% de matriz inorgânica cristalina, 30 vol% de matéria orgânica, da qual predomina o colagénio tipo I, e 20 vol% de fluido dentinário sob pressão pulpar que lhe confere a humidade característica (Pashley *et al.*, 2011; Tjäderhane *et al.*, 2013; Ekambaram *et al.*, 2014). Isto faz com que a adesão à dentina seja um desafio clínico constante (Perdigão, 2007), para além de que a interface resina-dentina sofre deterioração com o tempo e ocorre falha na adesão, como resultado da degradação do adesivo, do colagénio, ou de ambos (Ekambaram *et al.*, 2014).

A adesão à dentina superficial é menos desafiante do que na dentina profunda, devido à sua menor humidade e permeabilidade comparativamente à dentina profunda (Pashley & Carvalho, 1997; Perdigão, 2010; Tjäderhane *et al.*, 2012).

A preparação cavitária tem igual importância na adesão ao substrato, já que se libertam detritos orgânicos e inorgânicos que formam a *smear layer* (Bowen *et al.*,

1984; Perdigão, 2010) e os *smear plugs*, os quais se depositam na entrada dos túbulos dentinários, diminuindo até 86% a permeabilidade da dentina e, como tal, a adesão (Pashley, 1984; Perdigão, 2010). Desta forma, a *smear layer* deve ser dissolvida ou tornada permeável, de maneira a que os monómeros presentes nos adesivos consigam contactar diretamente com a superfície dentinária (Perdigão, 2007).

Após o condicionamento ácido e a lavagem com água, formam-se espaços entre as fibras de colagénio onde se depositam os monómeros de resina, que em conjunto com o colagénio, água residual e cristais de hidroxiapatite formam a camada híbrida, a qual após a polimerização permite a união da restauração ao substrato dentinário (Van Meerbeek *et al.*, 1992; Perdigão *et al.*, 2013). A formação de *tags* de resina no interior dos túbulos dentinários graças à dissolução da hidroxiapatite pelo ácido leva a que haja maior estabilidade da camada híbrida. Assim, uma infiltração eficaz da resina permite uma boa adesão, selamento dentinário e uma camada híbrida uniforme, tornando-se possível prevenir a microinfiltração e sensibilidade (Pashley & Carvalho, 1997).

Sistemas adesivos contemporâneos

Geração após geração, foram introduzidos no Mercado novos sistemas adesivos, todos eles desenvolvidos para que houvesse retenção micromecânica através da substituição de minerais dentários pelos monómeros de resina (Van Meerbeek *et al.*, 1992; Breschi *et al.*, 2008).

Os adesivos dentários são combinações de monómeros resinosos hidrofílicos e hidrofóbicos, com diferentes pesos moleculares, solventes e iniciadores de polimerização, que estabelecem a ligação entre o material restaurador e a estrutura dentária, após a polimerização (Perdigão, 2007; Ayar, 2014). Dado que a dentina vital apresenta humidade intrínseca, é virtualmente impossível secá-la completamente no ambiente clínico. Consequentemente, os produtores desenvolveram adesivos que são compatíveis com ambientes húmidos (Perdigão *et al.*, 2013).

Os sistemas adesivos contemporâneos podem ser divididos, quanto à estratégia de interação com os substratos dentários e com a *smear layer*, em *etch-and-rinse* (E&R) e *self-etch* (SE) (Perdigão, 2007; Ahn J *et al.*, 2014).

O procedimento nos E&R é caracterizado pelo uso separado do ácido ortofosfórico 30-40%, que remove a *smear layer* e a hidroxiapatite superficial e é lavado antes da aplicação dos adesivos. Nos sistemas SE, encontram-se formulações de

monómeros acídicos que desmineralizam e infiltram o substrato simultaneamente, tornando a *smear layer* permeável sem a remover completamente, pelo que não requerem o passo adicional do condicionamento ácido (Perdigão, 2007; Perdigão, 2010; Ahn J *et al.*, 2014).

De acordo com a classificação supramencionada, existem então duas estratégias de adesão, nas quais se inserem quatro tipos de adesivos:

<i>Etch-and-rinse</i>	<i>Self-etch</i>
3 passos (ácido + <i>primer</i> + adesivo)	2 passos (<i>primer</i> acídico + adesivo)
2 passos (ácido + <i>primer</i> /adesivo)	1 passo (<i>all-in-one</i>)

Tabela 1. Estratégias de adesão de acordo com interação com a *smear layer* (Perdigão, 2010).

Nos adesivos dentários contemporâneos, elevadas concentrações de monómeros de metacrilato relativamente hidrofílicos, tais como o HEMA e o 4-META (Ekambaram *et al.*, 2014), são geralmente misturados com monómeros adesivos relativamente hidrofóbicos, como é o exemplo do Bis-GMA, TEGDMA e UDMA, de maneira a aumentar a adesão à dentina saturada em água (Sauro *et al.*, 2011). Para facilitar a mistura entre ambos os monómeros (Pashley *et al.*, 2007) e substituir a água da interface resina-dentina previamente à polimerização do adesivo (Ayar, 2014), os produtores procedem de igual modo à adição de solventes, tais como a água, acetona ou álcool (Pashley & Carvalho, 1997).

Limitações dos sistemas atuais

Apesar da formação da camada híbrida na interface de adesão e de ter sido demonstrado que as forças de adesão imediatas dos adesivos atuais são muito altas, existe ainda associado um decréscimo substancial na força de adesão entre resina-dentina após envelhecimento, com perda contínua de restaurações adesivas com o tempo, para ambos os sistemas adesivos E&R e SE (Liu *et al.*, 2011; Perdigão *et al.*, 2013; Khoroushi *et al.*, 2014).

Vários fatores podem contribuir para a degradação destes materiais: a natureza hidrofílica de alguns monómeros utilizados na sua composição; a concentração de água necessária para a ionização dos monómeros acídicos nos adesivos SE; a técnica *wet bonding* associada aos adesivos E&R; e o fluido presente nos túbulos dentinários (Perdigão *et al.*, 2013). As formulações atuais têm gerado preocupação quanto à

possibilidade dos sistemas adesivos se terem vindo a tornar demasiado hidrofílicos (Liu *et al.*, 2011).

O principal obstáculo ao progresso da adesão à dentina deve-se à dificuldade no estabelecimento de retenção na dentina pelas abordagens E&R e SE, dada a sua incapacidade de substituírem completamente a água retida dos compartimentos internos e externos das fibras de colagénio (Liu *et al.*, 2011). Nos sistemas E&R, deve-se à presença de solvente remanescente e do movimento do fluido dentinário para fora dos túbulos, ocorrendo uma infiltração incompleta da resina na matriz de colagénio preenchida por água (Pashley *et al.*, 2011). Nos sistemas adesivos SE, a permanência de solventes leva a que a estrutura hibridizada resultante se torne mais hidrofílica e, assim, mais predisposta a degradação hidrolítica (Van Meerbeek *et al.*, 2003).

Até hoje, ainda não foi reportada a remoção completa de água do compartimento interfibrilhar pelos sistemas adesivos atuais (Sauro *et al.*, 2010).

Técnicas na adesão dentária

As técnicas de aplicação têm o propósito de permitir a formação de uma camada híbrida forte, homogénea e hidrofóbica. Para que isso aconteça, é necessário haver a infiltração completa dos monómeros de resina na dentina desmineralizada, enquanto a integridade da matriz orgânica é preservada, bem como a eliminação completa dos solventes e da água residual (Pashley & Carvalho, 1997).

Foram propostas duas técnicas de aplicação ao longo do tempo: *dry bonding* e *water-wet bonding*.

Dry bonding technique (DBT)

Nos primórdios da adesão dentária, os adesivos eram altamente hidrofóbicos e ineficazes na presença de água, a qual era considerada um agente contaminante que iria competir contra a adesão (Pashley & Carvalho, 1997). Assim, esta técnica implicava a secagem severa da superfície dentinária antes da aplicação das resinas, podendo variar entre 5 e 30 segundos consoante os estudos (Manso *et al.*, 2008).

Foi demonstrado que a DBT provoca um decréscimo nas forças de adesão na dentina com os sistemas E&R, pelo que não é recomendada a ser usada na adesão à dentina com estes sistemas, apenas na adesão ao esmalte (Manso *et al.*, 2008). Recomenda-se a sua utilização na maioria dos adesivos SE, particularmente nos

sistemas de 1 passo. Estes adesivos requerem uma secagem forte, de modo a evaporar a água residual, a qual é intencionalmente adicionada nestes adesivos como componente para promover a dissociação dos monómeros acídicos (Van Meerbeek *et al.*, 2010).

Water-wet bonding technique (WWBT)

A WWBT surgiu no início dos anos 90 com o intuito de prevenir o colapso das fibras de colagénio, melhorando a infiltração da resina na dentina desmineralizada e aumentando a durabilidade da ligação resina-dentina (Shin *et al.*, 2009; Duan *et al.*, 2011; Liu *et al.*, 2011; Mortazavi *et al.*, 2012; Ekambaram *et al.*, 2014). Nesta técnica, originaram-se camadas híbridas mais espessas, com maior infiltração de resina na superfície condicionada (Pashley, 1993), ao contrário das camadas híbridas muito finas na DBT (Pashley & Carvalho, 1997).

Dada a presença de água nesta técnica (Manso *et al.*, 2008), os produtores aumentaram a concentração iónica e de monómeros hidrofílicos de maneira a produzir adesivos mais adequados para aderirem à dentina desmineralizada e saturada em água (Sadek *et al.*, 2010; Duan *et al.*, 2011; Liu *et al.*, 2011; Sauro *et al.*, 2011; Mortazavi *et al.*, 2012; Manso *et al.*, 2014). O monómero hidrofóbico Bis-GMA, componente presente na maioria dos sistemas adesivos, foi então misturado com o monómero HEMA (Ayar *et al.*, 2014). Contudo, a durabilidade da ligação resina-dentina pode diminuir tanto pelo aumento da concentração dos monómeros hidrofílicos, devido à maior adsorção de água pelos mesmos com consequente hidrólise da camada híbrida (Sadek *et al.*, 2010; Duan *et al.*, 2011; Huang *et al.*, 2011; Liu *et al.*, 2011; Guimarães, *et al.*, 2012; Mortazavi *et al.*, 2012; Araújo *et al.*, 2013; Ayar *et al.*, 2014; Manso *et al.*, 2014), como pela insuficiente infiltração da resina nas fibras de colagénio devido a água residual (Duan *et al.*, 2011; Mortazavi *et al.*, 2012; Araújo *et al.*, 2013; Ayar *et al.*, 2014; Manso *et al.*, 2014), ou ainda pela ação das enzimas endógenas metaloproteinases da matriz (MMP) através da colagenólise (Hosaka *et al.*, 2009; Mortazavi *et al.*, 2012; Manso *et al.*, 2014). As MMPs são enzimas que se encontram no interior da matriz de dentina mineralizada (Breschi *et al.*, 2008; Ekambaram *et al.*, 2014) e, aquando da sua ativação pelo condicionamento ácido (Perdigão *et al.*, 2013), levam à hidrólise e degradação lenta de fibras de colagénio expostas e rodeadas por água devido à infiltração incompleta da resina na dentina desmineralizada (Hosaka *et al.*, 2009; Ekambaram *et al.*, 2014).

A adesão à dentina húmida é, então, igualmente desafiante apesar do uso de adesivos com monómeros hidrofílicos (Guimarães *et al.*, 2012; Manso *et al.*, 2014). A adsorção de água pelas resinas está dependente da sua hidrofília. Quanto mais hidrofílicas forem, maior é a adsorção de água e diminuem as suas propriedades mecânicas (Hosaka *et al.*, 2009; Osorio *et al.*, 2010; Sadek *et al.*, 2010; Sauro *et al.*, 2010). Os adesivos hidrofílicos atuais são também suscetíveis à permeabilidade dentinária através do movimento do fluido dentinário, induzido pela pressão pulpar, o que promove ainda mais a hidrólise e reduz a durabilidade da adesão (Sadek *et al.*, 2010; Liu *et al.*, 2011).

É mais provável que a DBT resulte na exposição das fibras de colagénio, mas que permita uma melhor remoção de solventes e de água residual, e que a WWBT facilite a infiltração da resina, mas que comprometa a polimerização e a durabilidade dos monómeros de resina devido à presença de água residual (Manso *et al.*, 2008).

Novas estratégias na adesão dentária

Os monómeros hidrofílicos adicionados aos sistemas atuais são, na realidade, incapazes de envolver completamente o colagénio exposto, deixando fibras total ou parcialmente expostas no fundo da camada híbrida, desprovidas da “proteção” da resina polimerizada (Tjäderhane *et al.*, 2013). Este facto, bem como a presença de água, torna as fibras de colagénio vulneráveis à degradação hidrolítica (Tjäderhane *et al.*, 2013), levando à desintegração da camada híbrida, à redução significativa das propriedades mecânicas do adesivo e, consequentemente, à perda de força de adesão à dentina ao longo do tempo (Khoroushi *et al.* 2014; Tjäderhane *et al.*, 2013).

Atualmente, os estudos orientam-se no sentido de implementar novas estratégias para prevenir a degradação da adesão à dentina, com o objetivo de aumentar a longevidade das restaurações adesivas (Perdigão *et al.*, 2013). Algumas alternativas incluem o uso de inibidores exógenos das MMPs, tal como a clorexidina, galardina, EDTA e flavonoides (Perdigão *et al.*, 2013; Tjäderhane *et al.*, 2013).

Outra estratégia passa por ultrapassar a problemática da degradação hidrolítica da interface resina-dentina, excluindo a água da interface de união (Tjäderhane *et al.*, 2013). Um novo conceito, denominado *ethanol-wet bonding*, baseia-se na permuta de água na dentina desmineralizada por etanol, o que aumenta a infiltração de monómeros de resina na rede de colagénio (Pashley *et al.*, 2007).

A EWBT resultou em maiores forças de adesão ao longo do tempo, e acredita-se que esta técnica resulta numa maior captação de resina e melhor selagem da matriz de colagénio, protegendo-a das MMPs (Hosaka *et al.*, 2009). Esta técnica é considerada muito promissora, já que a EWBT demonstrou melhores resultados *in vitro* comparativamente à WWBT (Pashley *et al.*, 2007).

Estas questões tornam relevante o estudo desta temática da EWBT, já que a meta do ramo da adesão dentária consiste na obtenção de restaurações duradouras. Assim, a existência de novas estratégias que permitam colmatar falhas de técnicas mais antigas é importante de conhecer, para que seja possível aperfeiçoá-las e, eventualmente, transportá-las para a prática clínica.

Objetivos

A realização desta dissertação tem como objetivos:

1. Compreender a evolução da adesão à superfície dentária.
2. Expor a técnica de *ethanol-wet bonding*.
3. Constatar as vantagens e desvantagens deste método.
4. Apreender as limitações e as aplicações desta técnica à atividade clínica.

Materiais e Métodos

A pesquisa bibliográfica efetuada para a elaboração desta revisão de literatura foi realizada entre 20 de Outubro de 2014 até 28 de Abril de 2015, recorrendo à base de dados primária MEDLINE e através do motor de busca *PubMed*.

Na primeira pesquisa, a 20 de Outubro de 2014, foram utilizadas as palavras-chave “ethanol-wet bonding technique”, tendo-se obtido um total de 20 artigos. Numa segunda pesquisa, a 25 de Novembro foi usado “ethanol-wet bonding” e obteve-se um total de 33 artigos. A 27 de abril de 2015, com as palavras-chave “ethanol-wet bonding” obteve-se um total de 97 artigos. Por último, a 28 de abril de 2015 com “dentin adhesion” e com o filtro “10 anos” obteve-se um total de 626 artigos.

Através da leitura dos títulos e *abstracts* dos respetivos artigos, apenas foram incluídos artigos na língua inglesa e portuguesa considerados adequados e relevantes para a temática em questão. Desta seleção, obtiveram-se 8 artigos para a primeira pesquisa, 6 para a segunda, 3 para a terceira e 2 para a quarta e última pesquisa. Recorreram-se igualmente às referências bibliográficas dos artigos seleccionados, tendo ainda escolhido 18 artigos entre os mesmos. Foi revisto um total de 37 artigos.

Desenvolvimento

Os primeiros adesivos dentários eram relativamente hidrofóbicos, sendo aplicados em substratos dentinários secos sem que primeiro se removesse a *smear layer*. Como resultado, as forças de adesão encontradas apresentavam-se muito reduzidas (Duan *et al.*, 2011).

A adesão dentária foi substancialmente aperfeiçoada com a aplicação de adesivos hidrofílicos e com a utilização da WWBT (Duan *et al.*, 2011). Da mesma forma, os adesivos contemporâneos são mais fáceis de utilizar. No entanto, a simplificação das etapas no sistema adesivo não melhorou a qualidade ou durabilidade da adesão resina-dentina (Duan *et al.*, 2011; Araújo *et al.*, 2013).

Existem dois desafios principais relacionados com a durabilidade da adesão à dentina. Por um lado, a degradação do colagénio pelas MMPs. Por outro lado, a presença de água residual aquando da utilização da WWBT (Liu *et al.*, 2011; Ekambaram *et al.*, 2014).

A técnica *wet bonding* foi inicialmente introduzida para prevenir o colapso das fibras de colagénio na dentina desmineralizada após o processo de condicionamento ácido, bem como para facilitar a infiltração dos adesivos (Ekambaram *et al.*, 2014). Contudo, a prática clínica atual que utiliza adesivos com diferentes solventes não permite remover uma quantidade de água suficiente das interfaces (Sadek *et al.*, 2010a), o que é fundamental para que haja uma correta hibridização (Ayar, 2014). Assim, a presença de água residual dentro das interfaces de união leva à redução da durabilidade da adesão entre a resina e a dentina, devido à degradação hidrolítica e enzimática da camada híbrida ao longo do tempo (Liu *et al.*, 2011; Ayar, 2014). Este facto compromete a longevidade da restauração adesiva (Ayar, 2014).

Uma técnica inovadora denominada *ethanol-wet bonding* foi recentemente introduzida para melhorar a durabilidade da ligação resina-dentina (Mortazavi *et al.*, 2012; Ayar, 2014; Ekambaram *et al.*, 2014; Manso *et al.*, 2014). Ao contrário da técnica convencional *water-wet bonding*, a EWBT utiliza etanol em detrimento de água, previamente à aplicação do agente adesivo, para saturar e prevenir o colapso da matriz de dentina desmineralizada, havendo substituição de água dos espaços interfibrilares (Ayar, 2014; Ekambaram *et al.*, 2014; Manso *et al.*, 2014) e intrafibrilares pelo etanol (Mortazavi *et al.*, 2012).

Ethanol-wet bonding

A EWBT é uma técnica que foi desenvolvida para a aplicação de adesivos E&R (Kim *et al.*, 2010; Pashley *et al.*, 2011) numa matriz ideal de dentina desmineralizada desprovida de água (Perdigão *et al.*, 2013).

Esta abordagem melhorou profundamente o entendimento acerca das carências associadas aos sistemas adesivos contemporâneos, *etch-and-rinse* e *self-etch*, nomeadamente a sua incapacidade para substituir água dos compartimentos intrafibrilares das fibras de colagénio saturadas em água (Sadek *et al.*, 2010a). Desta forma, a sua introdução como uma estratégia experimental tinha como intuito superar os problemas causados pela elevada hidrofília observada nos sistemas adesivos comercialmente existentes e pela infiltração insuficiente da maioria dos adesivos (Araújo *et al.*, 2013; Ayar *et al.*, 2014).

O etanol é compatível com os monómeros hidrofóbicos (Breschi *et al.*, 2008; Duan *et al.*, 2011; Araújo *et al.*, 2013) e, dado que a maioria destes monómeros é solúvel em etanol, é possível usar um adesivo com um rácio mais elevado de monómeros hidrofóbicos em relação aos hidrofílicos (Shin *et al.*, 2009; Huang *et al.*, 2011). Assim, a utilização de adesivos mais hidrofóbicos irá criar uma camada híbrida menos hidrofílica que, teoricamente, deverá absorver menos água (Hosaka *et al.*, 2009; Sadek *et al.*, 2010; Liu *et al.*, 2011; Khoroushi *et al.*, 2014) e ser mais duradoura (Shin *et al.*, 2009; Huang *et al.*, 2011; Sauro *et al.*, 2011). Além disso, a remoção de água pelo etanol dos compartimentos intrafibrilares remove o meio hidrolítico para o funcionamento das MMPs, as quais são responsáveis pela degradação das fibras de colagénio escassas em resina dentro da camada híbrida (Sadek *et al.*, 2010a; Huang *et al.*, 2011; Ahn J *et al.*, 2014), contribuindo de igual modo para o aumento da durabilidade da adesão (Liu *et al.*, 2011; Tjäderhane *et al.*, 2013; Ahn J *et al.*, 2014).

O principal objetivo desta técnica é, então, aplicar etanol previamente à aplicação do adesivo (Guimarães *et al.*, 2012; Sadek *et al.*, 2010a) de maneira a haver substituição de água residual por etanol (Kim *et al.*, 2010; Pashley *et al.*, 2011; Perdigão *et al.*, 2013; Ayar, 2014).

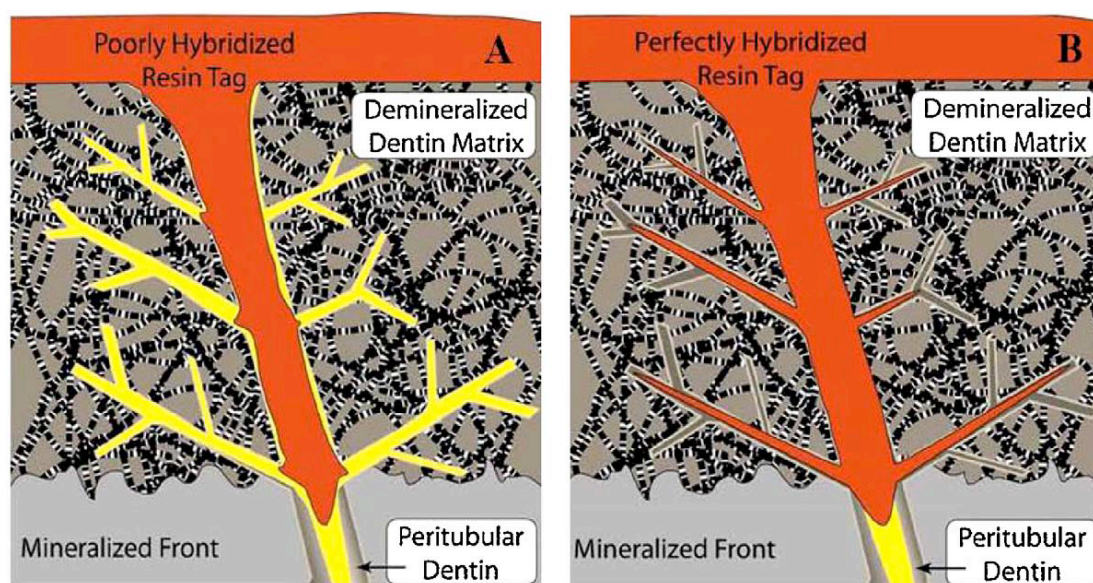
Na tabela 2 encontra-se exemplificado um protocolo de aplicação da EWBT.

Materiais	Instruções de uso
<p><i>Ethanol-wet bonding: primer hidrofóbico experimental + passo 3 do adesivo Scotchbond Multipurpose (SBMP)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Condicionamento ácido de esmalte e dentina 15 s com ácido fosfórico 35% e lavagem com spray de ar+água 30 s 2. Aplicação de etanol 100% 40 segundos 3. Aplicação de <i>primer</i> hidrofóbico no esmalte e dentina. Secar levemente 5 s 4. Aplicação do passo 3 do adesivo SBMP e fotopolimerizar 10 s

Tabela 2. Exemplo de protocolo de aplicação da EWB (adaptado de Khoroushi *et al.*, 2014).

A EWB leva a que a rede de colagénio desmineralizada não suportada e não colapsada fique suspensa (Shin *et al.*, 2009; Osorio *et al.*, 2010; Sadek *et al.*, 2010a; Pashley *et al.*, 2011; Guimarães *et al.*, 2012; Mortazavi *et al.*, 2012; Tjäderhane *et al.*, 2013; Ayar, 2014; Khoroushi *et al.*, 2014), permitindo a infiltração de monómeros hidrofóbicos nos espaços interfibrilares mais largos (Hosaka *et al.*, 2009; Osorio *et al.*, 2010; Sadek *et al.*, 2010a; Pashley *et al.*, 2011; Guimarães *et al.*, 2012; Mortazavi *et al.*, 2012; Perdigão *et al.*, 2013; Tjäderhane *et al.*, 2013; Ahn J *et al.*, 2014; Khoroushi *et al.*, 2014; Manso *et al.*, 2014) e túbulos dentinários, de forma a diminuir a hidrólise e aumentar a adesão à dentina (Kim *et al.*, 2010; Sadek *et al.*, 2010a; Duan *et al.*, 2011).

A EWB permite que os adesivos atinjam uma melhor selagem entre os *resin tags* e as paredes dos túbulos dentinários (Ahn J *et al.*, 2014; Ayar *et al.*, 2014).

Figura 1. Esquema da micropermeabilidade dentinária sem etanol (A) e com etanol (B) (Pashley *et al.*, 2011).

Protocolos da EWB

No que diz respeito às técnicas *in vitro* para a desidratação da dentina desmineralizada com etanol, existem essencialmente dois protocolos.

Na primeira técnica, consoante um método progressivo denominado “full-dehydration protocol”, a água é gradualmente removida da matriz de colagénio (Liu *et al.*, 2011) e a EWB é conseguida através da aplicação de concentrações crescentes de etanol (50%, 70%, 80%, 95% e 100%) em três vezes e durante 30 segundos cada (Mortazavi *et al.*, 2012; Araújo *et al.*, 2013; Ayar, 2014; Ekambaram *et al.*, 2014). No entanto, esta técnica consome muito tempo e torna-se impraticável transpô-la para o exercício clínico (Osório *et al.*, 2010; Liu *et al.*, 2011; Araújo *et al.*, 2013).

Na segunda, “simplified technique”, o etanol é utilizado numa concentração de 100% e apenas durante 60 segundos, previamente à aplicação de resinas hidrofóbicas com etanol como solvente (Liu *et al.*, 2011; Mortazavi *et al.*, 2012; Ayar, 2014; Ekambaram *et al.*, 2014; Khoroushi *et al.*, 2014), sendo aplicado na dentina desmineralizada saturada em água (Liu *et al.*, 2011; Ekambaram *et al.*, 2014).

O propósito original para o uso do protocolo simplificado era providenciar um método de aplicação das resinas hidrofóbicas na dentina desmineralizada num período de tempo clinicamente aceitável (Liu *et al.*, 2011; Khoroushi *et al.*, 2014). Contudo, é uma técnica extremamente sensível (Osório *et al.*, 2010; Liu *et al.*, 2011; Khoroushi *et al.*, 2014) e que não reduz completamente a permeabilidade dentinária, nem substitui a água resultante do fluxo exterior do fluido dentinário sem recurso a agentes adjuvantes de oclusão tubular (Liu *et al.*, 2011), mesmo com três aplicações de álcool absoluto - 100% (Sadek *et al.*, 2010; Liu *et al.*, 2011; Khoroushi *et al.*, 2014).

Apesar da primeira técnica não demonstrar um uso simplificado como a segunda, apresenta uma capacidade adequada de substituição de água, ao contrário do protocolo simplificado (Ayar, 2014). Por outro lado, a técnica simplificada é considerada mais aceitável pelos praticantes (Guimarães *et al.*, 2012).

Para ambas as técnicas, quando a substituição pelo etanol não é meticolosamente realizada de maneira a prevenir a exposição ao ar do colagénio saturado em água, a tensão superficial presente ao longo da interface do colagénio pode facilmente resultar no colapso da matriz e impedir uma infiltração óptima dos monómeros adesivos (Osório *et al.*, 2010; Liu *et al.*, 2011; Khoroushi *et al.*, 2014).

Resultados da EWBT

Comparação entre a WWBT e a EWBT

Constatou-se que a resina pode entrar no compartimento intrafibrilar se este contiver etanol, em detrimento de água (Liu *et al.*, 2011) e não se verificou nanoinfiltração quando a EWBT foi rigorosamente executada (Kim *et al.*, 2010; Liu *et al.*, 2011).

Em camadas híbridas criadas pela EWBT encontraram-se fibras de colagénio com reduzido diâmetro fibrilar (Hosaka *et al.*, 2009; Liu *et al.*, 2011) e espaços interfibrilares aumentados (Hosaka *et al.*, 2009; Sadek *et al.*, 2010a; Liu *et al.*, 2011), comparativamente à WWBT.

Shin e os seus colaboradores observaram, através de microscopia electrónica de varrimento (SEM), as interfaces resina-dentina de espécimes sujeitos ao condicionamento ácido e à *wet* e *ethanol bonding*. Verificou-se que a qualidade da camada híbrida era baixa nos espécimes que usaram a WWBT (Shin *et al.*, 2009).

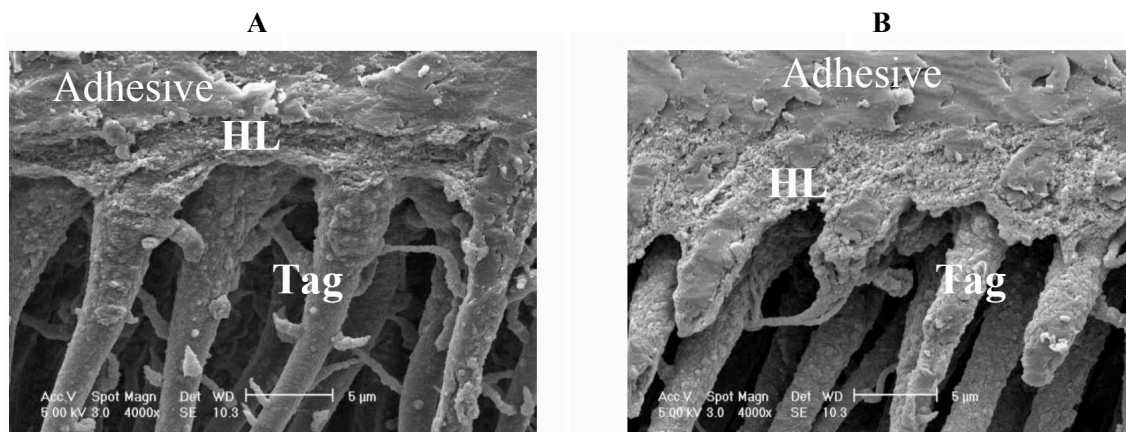


Figura 2. Imagens de SEM de interfaces da dentina desmineralizada com WWBT (A) e EWBT (B). HL refere-se à camada híbrida (Shin *et al.*, 2009).

Na WWBT, a infiltração de Bis-GMA na rede de colagénio apresenta um decréscimo gradual (Mortazavi *et al.*, 2012). Porém, na EWBT existe uma distribuição relativamente homogénea deste composto hidrofóbico (Shin *et al.*, 2009; Mortazavi *et al.*, 2012; Khoroushi *et al.*, 2014) e maior infiltração nas regiões intertubulares (Pashley *et al.*, 2007; Shin *et al.*, 2009; Duan *et al.*, 2011). Verificou-se que os monómeros resinosos parecem penetrar a dentina saturada em etanol mais meticulosamente do que na dentina saturada com água (Sadek *et al.*, 2010a; Duan *et al.*, 2011; Khoroushi *et al.*, 2014).

A maioria dos estudos acerca da EWBT têm sido realizados em dentina coronal, com resultados promissores apresentados (Pei *et al.*, 2012; Khoroushi *et al.*, 2014). Ao nível da dentina radicular, foram realizados alguns estudos, nomeadamente os de Sauro e seus colaboradores e Duan e seus colaboradores. Ambos verificaram que as forças de adesão eram maiores com a EWBT do que com a WWBT, com todos os adesivos testados (Duan *et al.*, 2011; Sauro *et al.*, 2011). Os resultados de SEM de Duan e seus colaboradores mostraram que, nos grupos sujeitos à EWBT, a camada híbrida era mais densa e quase todos os túbulos dentinários abertos foram infiltrados com *resin tags*, e estes *tags* encontravam-se mais longos, melhor distribuídos e mais regulares comparativamente à interface de dentina radicular da WWBT (Duan *et al.*, 2011).

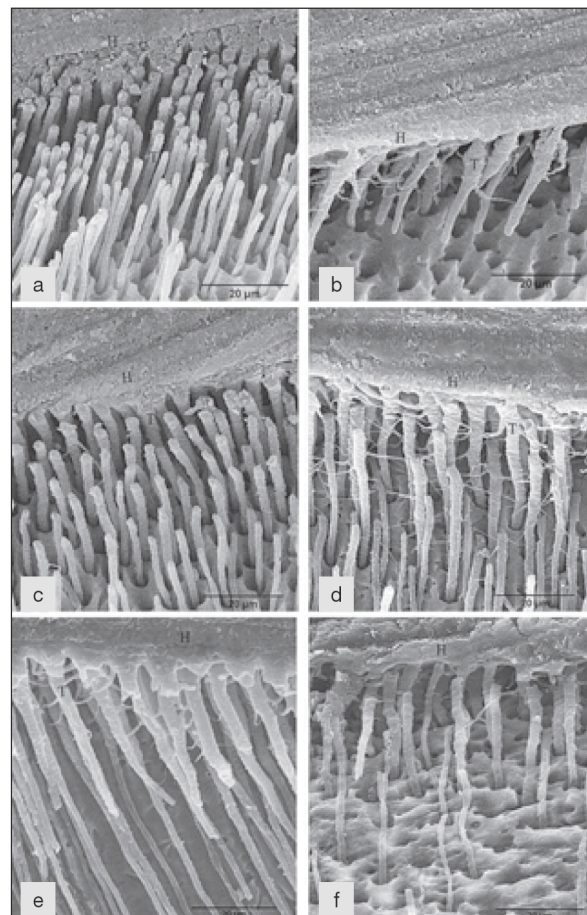


Figura 3. Imagens de SEM da interface da dentina radicular. Do lado esquerdo, (a), (c) e (e) referem-se aos adesivos aplicados com a EWBT. Do lado direito, (b), (d) e (f) referem-se aos adesivos aplicados com a WWBT (Duan *et al.*, 2011). H: camada híbrida. T: resin tag

Um estudo de 2010 de Sadek e os seus colaboradores demonstrou que as ligações entre resina-dentina criadas pela EWBT, com um adesivo hidrofóbico experimental, não degradaram após 18 meses de armazenamento em saliva artificial na ausência de inibidores das MMPs, ao contrário da WWBT (Sadek *et al.*, 2010a; Liu *et*

et al., 2011; Mortazavi *et al.*, 2012; Khoroushi *et al.*, 2014). Este aspeto é importante, na medida em que aborda a questão de que as MMPs não possuem a capacidade de realizar a colagenólise na ausência de água (Hosaka *et al.*, 2009; Liu *et al.*, 2011).

Os resultados obtidos em vários estudos permitiram concluir que a EWBT leva a um melhor envolvimento das fibras de colagénio (Shin *et al.*, 2009), exibe uma maior durabilidade (Hosaka *et al.*, 2009; Duan *et al.*, 2011; Mortazavi *et al.*, 2012; Khoroushi *et al.*, 2014) devido à maior resistência contra a degradação hidrolítica, e apresenta uma força de adesão maior ou igual à WWBT (Breschi *et al.*, 2008; Hosaka *et al.*, 2009; Pashley *et al.*, 2011; Mortazavi *et al.*, 2012; Khoroushi *et al.*, 2014).

Comparação entre os protocolos progressivo e simplificado

Embora a EWBT tenha sido desenvolvida com o intuito de permitir a adesão de resinas hidrofóbicas à dentina, de maneira a diminuir a adsorção de água ao longo do tempo (Ayar *et al.*, 2014), o facto de serem consideravelmente mais difíceis de aplicar na dentina (Liu *et al.*, 2011) levou a que tenha aumentado o número de estudos com adesivos *etch-and-rinse* de dois passos e *self-etch* mais hidrofílicos, bem como os estudos *in vivo* que estão a decorrer (Ayar *et al.*, 2014).

As forças de adesão com resinas hidrofílicas e hidrofóbicas aumentaram significativamente quando a dentina desmineralizada era progressivamente saturada com etanol, em detrimento de água (Hosaka *et al.*, 2009; Osorio *et al.*, 2010; Mortazavi *et al.*, 2012; Pei *et al.*, 2012). Contudo, os resultados com a aplicação direta de etanol 100% (método simplificado) em dentina saturada em água eram mais variáveis (Osorio *et al.*, 2010; Sauro *et al.*, 2010).

Aquando da utilização de adesivos hidrofóbicos, os estudos que não aconselham a aplicação do protocolo simplificado (Osorio *et al.*, 2010; Huang *et al.*, 2011; Pei *et al.*, 2012). Osorio e os seus colaboradores concluíram que o uso deste protocolo pode resultar no colapso da matriz de colagénio desmineralizada, pela evaporação do etanol 100%, quando o procedimento não é meticulosamente executado (Osorio *et al.*, 2010). No estudo de Huang e seus colaboradores, feito com dentina sã e dentina afetada por lesão de cárie, concluiu-se que apenas o protocolo progressivo poderia garantir uma adesão ideal em ambos os substratos dentinários (Huang *et al.*, 2011). Araújo e os seus colaboradores verificaram que o protocolo simplificado comportou-se de forma semelhante aos sistemas adesivos utilizados sem o protocolo (Araújo *et al.*, 2013). Um

estudo de Nishitani e seus colaboradores demonstrou forças de adesão significativamente mais baixas para as resinas mais hidrofóbicas utilizadas com o método simplificado da EWBT (Manso *et al.*, 2014).

No caso da aplicação do método simplificado em sistemas *etch-and-rinse*, os resultados são curiosamente mais animadores. No estudo recente de Manso e seus colaboradores, mostrou-se que o uso do protocolo simplificado da EWBT é passível de ser usado aquando da utilização destes sistemas adesivos num tempo clínico relevante (30 segundos). Observaram-se forças de adesão semelhantes às da técnica convencional *wet bonding*, bem como estabilidade após um período de 6 meses de armazenamento em água, referido em inglês como *water storage* (Manso *et al.*, 2014). Noutros estudos, a EWBT atingiu forças de adesão maiores do que era possível com matrizes saturadas com água (Hosaka *et al.*, 2009; Liu *et al.*, 2011; Manso *et al.*, 2014).

Assim, pensa-se que quando são usados adesivos menos hidrofóbicos ou sistemas comerciais *etch-and-rinse*, a técnica simplificada aparenta ser efetiva na produção de forças de adesão altas e estáveis entre a resina e a dentina (Sadek *et al.*, 2010a; Ayar, 2014; Manso *et al.*, 2014). Por outro lado, quando resinas altamente hidrofóbicas são usadas, deve recorrer-se ao protocolo inicial de concentrações de etanol progressivamente maiores, de maneira a melhorar as forças de adesão (Manso *et al.*, 2014).

De qualquer forma, a aplicação do etanol a 100% não apresenta nenhuma vantagem evidente sobre a técnica convencional WWBT (Mortazavi *et al.*, 2012; Manso *et al.*, 2014).

Os estudos relacionados com a EWBT têm sido maioritariamente realizados com sistemas adesivos *etch-and-rinse*, tanto de três como de dois passos, e menos com sistemas *self-etch*. O uso de adesivos *self-etch* com esta técnica fez com que os monómeros ácidos dissolvessem a fase inorgânica da dentina e, simultaneamente, realizassem a função de *primer* e infiltrassem a matriz, resultando numa menor quantidade de fibras de colagénio expostas (Breschi *et al.*, 2008).

No estudo de Ahn J e seus colaboradores, foram utilizados sistemas *self-etch* de um passo, de maneira a estudar o efeito do condicionamento ácido em adesivos com diferentes composições e pH, bem como o efeito do *wetting* com etanol em detrimento de água nas forças de adesão à dentina (Ahn J *et al.*, 2014). Este estudo verificou um aumento das forças de adesão aquando do uso da EWBT previamente à aplicação de

adesivos *self-etch* de um passo, concluindo que este tipo de técnica poderá aumentar a *performance* destes sistemas adesivos (Ahn J *et al.*, 2014).

Aplicação da EWBT no esmalte

Dado que é clinicamente impossível usar o etanol na dentina sem contactar com as margens em esmalte (Ayar *et al.*, 2014), devido à sua baixa tensão superficial e fácil propagação pela superfície, foram realizados estudos para avaliar e comparar os dois protocolos da EWBT na força de adesão entre compósito e esmalte. Khoroushi e seus colaboradores mostraram que não houve um decréscimo significativo das forças de adesão ao esmalte nem houve diferenças significativas entre ambos os protocolos (Khoroushi *et al.*, 2014). No estudo de Ayar e seus colaboradores houve um aumento das forças de adesão no esmalte dos sistemas adesivos *etch-and-rinse* testados. Pensa-se que ao melhorar a ligação resina-esmalte possa ocorrer um aumento da durabilidade da adesão da resina à dentina (Ayar *et al.*, 2014).

No entanto, pela falta de estudos que avaliem o efeito da EWBT na força de adesão ao esmalte, é necessária mais investigação nesta área, de modo a inferir acerca da eficácia destes protocolos em dentes vitais e não vitais e em diferentes substratos dentários (Khoroushi *et al.*, 2014).

Estudos clínicos

Um estudo clínico randomizado executado por Mortazavi e seus colaboradores constatou que não houve diferenças estatisticamente significativas entre o sucesso clínico da EWBT com o adesivo OptiBond FL e o uso do adesivo Clearfil SE Bond sem a técnica após 12 meses, tendo concluído que serão necessários muitos mais estudos clínicos para obter resultados fidedignos e práticos para que se possa introduzir a EWBT na clínica (Mortazavi *et al.*, 2012). O mesmo se concluiu no estudo clínico randomizado de Araújo e seus colaboradores com o sistema Scotchbond Multipurpose (Araújo *et al.*, 2013).

Desvantagens da EWBT

Embora hajam várias vantagens para o uso desta técnica, a mesma inclui vários inconvenientes.

A dentina saturada em etanol poderá ser considerada um substrato mais adequado para a infiltração do adesivo. Porém, o etanol pode evaporar rapidamente devido à sua pressão de vapor ser maior que a da água, comprometendo desta forma o molhamento da dentina desmineralizada após um curto período de tempo (Ahn J *et al.*, 2014). Existem igualmente preocupações relacionadas com o facto do etanol não ser eficaz na inibição das MMPs (Hosaka *et al.*, 2009; Perdigão *et al.*, 2013).

É de salientar que a EWBT é uma técnica muito sensível relativamente aos seus protocolos (Huang *et al.*, 2011; Ahn J *et al.*, 2014). As tentativas mais recentes para simplificar a aplicação da EWBT sem que houvesse comprometimento das forças de adesão não foram bem sucedidas (Perdigão *et al.*, 2013).

Por último, dado que a EWBT é uma técnica que requer passos e tempo adicionais para o procedimento adesivo, a sua transferência para a prática clínica torna-se mais difícil de concretizar (Pashley *et al.*, 2007; Hosaka *et al.*, 2009; Osorio *et al.*, 2010; Duan *et al.*, 2011; Huang *et al.*, 2011; Perdigão *et al.*, 2013; Ayar *et al.*, 2014; Ekambaram *et al.*, 2014).

Perspetivas futuras

A EWBT é geralmente concebida como uma filosofia de adesão em detrimento de uma técnica adesiva (Tjäderhane *et al.*, 2013), devido à sua impraticabilidade clínica (Osório *et al.*, 2010; Liu *et al.*, 2011). Esta técnica é clinicamente difícil de pôr em prática devido ao tempo necessário para saturar completamente a dentina com etanol, que torna a sua aplicação clínica irrealista, nomeadamente o protocolo pelo método progressivo (Khoroushi *et al.*, 2014; Manso *et al.*, 2014).

Contudo, representa uma enorme contribuição para a adesão dentária, já que a filosofia por detrás da técnica revela uma barreira crítica para o progresso neste ramo com os adesivos *etch-and-rinse* e *self-etch* (Osório *et al.*, 2010; Huang *et al.*, 2011; Liu *et al.*, 2011). Oferece de igual modo informação importante acerca do papel do solvente ou da água intrínseca no processo de degradação da camada híbrida, bem como

potencial para o desenvolvimento de técnicas adesivas clinicamente empregáveis (Tjäderhane *et al.*, 2013).

Com o avançar da investigação no que diz respeito à durabilidade das ligações entre o material adesivo e o substrato dentário, prevê-se que nos próximos 10 a 15 anos sejam desenvolvidas novas técnicas que produzam uma adesão estável entre a resina e a dentina e que a mesma resista à hidrólise das fibras de colagénio (Tjäderhane *et al.*, 2013).

Considera-se necessário haver mais investigação, não só nesta área mas principalmente no que diz respeito a outras estratégias que possam melhorar a durabilidade e qualidade da adesão, tais como agentes *cross-linking*, remineralização biomimética e metacrilatos de amónio quaternário (Perdigão *et al.*, 2013).

Conclusão

A partir do trabalho de revisão bibliográfica realizado, é possível considerar a EWBT antes uma filosofia do que propriamente uma técnica a ser aplicada no quotidiano clínico.

A instauração da EWBT poderia eventualmente ser ponderada com base no protocolo progressivo, dado que os resultados *in vitro* foram melhores do que na técnica convencional *wet-bonding*, bem como ao nível das forças adesivas e da durabilidade comparativamente ao protocolo simplificado. Todavia, o maior número de passos e o tempo adicional para a sua aplicação torna impraticável transportá-lo para a clínica. O método simplificado apresentou resultados semelhantes à técnica *wet-bonding*, o que não traz nenhuma vantagem em relação à mesma. Nos estudos clínicos realizados com este método, também não foi possível constatar o sucesso clínico da EWBT.

Conclui-se que é necessário realizar mais estudos, nomeadamente com o protocolo simplificado, assim como investigar outras estratégias para impedir a degradação hidrolítica e aumentar a durabilidade das restaurações adesivas.

Referências Bibliográficas

Ahn J, Jung KH, Son SA, Hur B, Kwon YH, Park JK. Effect of additional etching and ethanol-wet bonding on the dentin bond strength of one-step self-etch adhesives. *Restorative Dentistry & Endodontics*. 2014; ISSN 2234-7658.

Araújo JF, Barros TAF, Braga EMF, Loretto SC, Silva e Souza PAR, Silva e Sousa Jr. MH. One-Year Evaluation of a Simplified Ethanol-Wet Bonding Technique: A Randomized Clinical Trial. *Brazilian Dental Journal*. 2013; 24(3): 267-273.

Ayar MK. Effect of simplified ethanol-wet bonding on microtensile bond strengths of dentin adhesive agents with different solvents. *Journal of Dental Sciences*. 2014; 1-5.

Ayar MK, Yesilyurt C, Alp CK, Yildirim Tahsin. Effect of ethanol-wet-bonding technique on resin-enamel bonds. *Journal of Dental Sciences*. 2014; 9: 16-22.

Bowen RL, Eick JD, Henderson DA, Anderson DW. Smear layer: removal and bonding considerations. *Oper Dent*. 1984; Suppl.3: 30–4.

Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A, Cadenaro M, Di Lenarda R, Dorigo ES. Dental adhesion review: Aging and stability of the bonded interface. *Dent Mater*. 2008; 24: 90-101.

Duan SS, Ouyang XB, Pei DD, Huo YH, Pan QH, Huang C. Effects of Ethanol-wet Bonding Technique on Root Dentine Adhesion. *Chin Jour Dent Res*. 2011; 14(2).

Ekambaram M, Yung Yiu CK, Matinlinna JP, King NM, Tay FR. Adjunctive application of chlorhexidine and ethanol-wet bonding on durability of bonds to sound and caries-affected dentine. *Journal of Dentistry*. 2014; 42: 709– 719.

Guimarães LA, Almeida JCF, Wang L, D’Alpino PHP, Garcia FCP. Effectiveness of immediate bonding of etch-and-rinse adhesives to simplified ethanol-saturated dentin. *Braz Oral Res*. 2012; 26(2): 177-82.

Hosaka K, Nishitani Y, Tagami J, Yoshiyama M, Brackett WW, Agee KA, et al. Durability of Resin-Dentin Bonds to Water- vs. Ethanol-saturated Dentin. J Dent Res. 2009; 88(2): 146-151.

Huang X, Li L, Huang C, Du X. Effect of ethanol-wet bonding with hydrophobic adhesive on caries-affected dentine. Eur J Oral Sci. 2011; 119: 310-315.

Khoroushi M, Rafizadeh M, Pouran S. Bond Strength of Composite Resin to Enamel: Assessment of Two Ethanol Wet-Bonding Techniques. Journal of Dentistry. 2014; 11(2).

Kim J, Gu L, Breschi L, Tjäderhane L, Choi KK, Pashley DH, et al. Implication of Ethanol Wet-bonding in Hybrid Layer Remineralization. J Dent Res. 2010; 89(6): 575-580

Liu Y, Tjäderhane L, Breschi L, Mazzoni A, Li N, Mao J, et al. Limitations in Bonding to Dentin and Experimental Strategies to Prevent Bond Degradation. J Dent Res. 2011; 90(8): 953-968.

Manso AP, Grande RHM, Bedran-Russo AK, Reis A, Loguercio AD, Pashley DH, et al. Can 1% chlorhexidine diacetate and ethanol stabilize resin-dentin bonds?. Dent Mater. 2014; 30: 735-741.

Manso AP, Marquezini Jr. L, Silva SMA, Pashley DH, Tay, FR, Carvalho RM. Stability of wet versus dry bonding with different solvent-based adhesives. Dent Mater. 2008; 24: 476-482.

Mortazavi V, Samimi P, Rafizadeh M, Kazemi S. A randomized clinical trial evaluating the success rate of ethanol wet bonding technique and two adhesives. Dental Research Journal. 2012; 9(5).

Osorio E, Toledano M, Aguilera FS, Tay FR, Osorio R. Ethanol Wet-bonding Technique Sensitivity Assessed by AFM. J Dent Res. 2010; 89(11): 1264-1269.

Pashley DH. Smear layer: physiological considerations. Oper Dent. 1984; 3: 3-12.

Pashley DH, Carvalho RM. Dentine permeability and dentine adhesion. Journal of Dentistry. 1997; 25(5): 355-72.

Pashley DH, Ciucchi B, Sano H, Horner JA. Permeability of dentin to adhesive resins. *Quintessence Int.* 1993;24: 618-631.

Pashley DH, Tay FR, Breschi L, Tjäderhane L, Carvalho RM, Carrilho M, et al. State of the art etch-and-rinse adhesives. *Dent Mater.* 2011; 27: 1-16.

Pashley DH, Tay FR, Carvalho RM, Rueggeberg FA, Agee KA, Carrilho M, et al. From dry bonding to water-wet bonding to ethanol-wet bonding. A review of the interactions between dentin matrix and solvated resins using a macromodel of the hybrid layer. *Am J Dent.* 2007; 20: 7-21.

Pei D, Huang X, Huang C, Wang Y, Ouyang X, Zhang J. Ethanol-wet bonding may improve root dentine bonding performance of hydrophobic adhesive. *Journal of Dentistry.* 2012; 40: 433-441.

Perdigão J. Dentin bonding – Variables related to the clinical situation and the substrate treatment. *Dent Mater.* 2010;26: 24-37.

Perdigão J. New developments in dental adhesion. *Dental Clinics of North America.* 2007; 51(2): 333-357.

Perdigão J, Reis A, Loguercio AD. Dentin Adhesion and MMPs: A Comprehensive Review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry.* 2013; 25(4): 219-241.

Sadek FT, Braga RR, Muench A, Liu Y, Pashley DH, Tay FR. Ethanol Wet-bonding Challenges Current Anti-degradation Strategy. *J Dent Res.* 2010a; 89(12): 1499-1504.

Sadek FT, Castellan CS, Braga RR, Mai S, Tjäderhane L, Pashley DH, et al. One-year stability of resin-dentin bonds created with a hydrophobic ethanol-wet bonding technique. *Dent Mater.* 2010; 26: 380-386.

Sauro S, Di Renzo S, Castagnola R, Grande NM, Plotino G, Foschi F, et al. Comparison between water and ethanol wet bonding of resin composite to root canal dentin. *Am J Dent.* 2011; 24: 25-30.

Sauro S, Toledano M, Aguilera FS, Mannocci F, Pashley DH, Tay FR, et al. Resin-dentin bonds to EDTA-treated vs. acid-etched dentin using ethanol wet-bonding. *Dent Mater.* 2010; 26(4).

Shin TP, Yao X, Huenergardt R, Walker MP, Wang Y. Morphological and Chemical Characterization of Bonding Hydrophobic Adhesive to Dentin Using Ethanol Wet Bonding Technique. *Dent Mater.* 2009; 25(8): 1050-1057.

Tjäderhane L, Carrilho MR, Breschi L, Tay FR, Pashley DH. Dentin basic structure and composition—an overview. *Endodontic Topics.* 2012; 20: 3–29.

Tjäderhane L, Nascimento FD, Breschi L, Mazzoni A, Tersariol ILS, Geraldeli S, et al. Strategies to prevent hydrolytic degradation of the hybrid layer – A review. *Dent Mater.* 2013.

Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Adhesion to Enamel and Dentin: Current Status and Future Challenges. *Oper Dent.* 2003; 28-3: 215-235.

Van Meerbeek B, Inokoshi1 S, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Morphological Aspects of the Resin-Dentin Interdiffusion Zone with Different Dentin Adhesive Systems. 1992; *J Dent Res* 71(8):1530-1540.

Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL. State of the art self-etch adhesives. *Dent Mater.* 2010; doi:10.1016/j.dental.2010.10.023.